

***IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE***

Applicant: Kenji KUMAGAI et al.  
Title: STEAM TURBINE PLANT  
Appl. No.: Unassigned  
Filing Date: 03/10/2004  
Examiner: Unassigned  
Art Unit: Unassigned

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Commissioner for Patents  
PO Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- JAPAN Patent Application No. 2003-063723 filed 03/10/2003.

Respectfully submitted,

Date March 10, 2004

By



FOLEY & LARDNER LLP  
Customer Number: 22428  
Telephone: (202) 672-5414  
Facsimile: (202) 672-5399

Richard L. Schwaab  
Attorney for Applicant  
Registration No. 25,479



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 1 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 6 3 7 2 3  
Application Number:

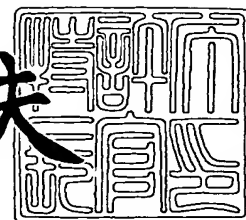
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 3 - 0 6 3 7 2 3 ]

出      願      人                      株式会社東芝  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月    3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 5 4 3 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 7DB02X0041

【提出日】 平成15年 3月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F01K 7/34  
F22D 1/32  
G21D 5/02

【発明の名称】 原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム

【請求項の数】 12

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 熊谷 賢治

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 澤 幸彦

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝  
横浜事業所内

【氏名】 渡辺 幸一

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100087332

【弁理士】

【氏名又は名称】 猪股 祥晃

【電話番号】 03-3501-6058

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100103333

【弁理士】

【氏名又は名称】 菊池 治

【電話番号】 03-3501-6058

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100081189

【弁理士】

【氏名又は名称】 猪股 弘子

【電話番号】 03-3501-6058

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012760

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 低圧タービンをそれぞれに収容する複数の低圧タービン車室のそれぞれに接続されて前記低圧タービンから排出された蒸気を凝縮させて復水を作る複数の復水器と、

前記復水器内に配置されて前記低圧タービンから抽出された抽気を抽気配管によって導いてその抽気の熱により前記復水を給水として加熱する複数の低圧給水加熱器と、

を備えた原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、

前記複数の低圧給水加熱器は、給水の配管が分岐して互いに並列に接続されて複数の系列を構成し、この系列の数が、前記復水器の数よりも少ないこと、

を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記低圧給水加熱器の系列それぞれが複数の低圧給水加熱器を有し、各系列の複数の低圧給水加熱器の給水の配管が互いに直列に接続されていて、少なくとも一つの系列の低圧給水加熱器が異なる復水器の内部に配置されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記複数の復水器すべてに、前記低圧給水加熱器の少なくとも一つが配置されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 4】 請求項 1 または 2 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、

高圧タービンから抽出された抽気を抽気配管によって導いてその抽気の熱により給水を加熱する高圧給水加熱器と、

前記低圧給水加熱器から得られた給水を昇圧して前記高圧給水加熱器へ送る昇圧装置とを有し、

前記複数の復水器のうちの少なくとも一つは前記高圧給水加熱器を収容するこ

と、

を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 5】 低圧タービンをそれぞれに収容する複数の低圧タービン車室のそれぞれに接続されて前記低圧タービンから排出された蒸気を凝縮させて復水を作る複数の復水器と、

前記復水器内に配置されて前記低圧タービンから抽出された抽気を抽気配管によって導いてその抽気の熱により前記復水を給水として加熱する熱交換器からなる複数の低圧給水加熱器と、

を備えた原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、

前記複数の低圧給水加熱器は、給水の配管が直列に接続された複数の段の低圧給水加熱器からなり、

前記複数の段の低圧給水加熱器のうちで前記低圧タービンの最も低圧側から抽気した蒸気を導入する第 1 の低圧給水加熱器は前記復水器ごとに 1 基ずつ配置され、

前記第 1 の低圧給水加熱器を出た給水の配管は相互に合流して分岐し、それぞれに複数の低圧給水加熱器を含み互いに並列をなす複数の系列を構成し、この系列の数が、前記復水器の数よりも少ないこと、

を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記抽気配管は、前記複数の低圧原子力蒸気タービンすべてについて、ほぼ同等の位置からほぼ同等量の抽気となされるように構成されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 7】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記抽気配管は、前記複数の低圧タービンからそれぞれの低圧タービンに対応する前記復水器内に配置された前記低圧給水加熱器に抽気を送るように接続されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の原子力蒸気タービンプ

ラント給水加熱システムにおいて、

前記抽気配管は、前記複数の低圧タービンからそれぞれの低圧タービンに対応する前記復水器内に配置された前記低圧給水加熱器および、当該対応する復水器以外の復水器内に配置された前記低圧給水加熱器に抽気を送るように接続されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記抽気配管の一部が、前記復水器同士を連絡する連絡胴の中を通るように配置されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 1 0】 請求項 8 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記抽気配管の一部が、前記複数の復水器を貫通して延びる抽気ヘッダで構成され、複数の抽気配管が前記抽気ヘッダに接続されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 に記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記抽気ヘッダが、前記復水器の外側に配置されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【請求項 1 2】 請求項 1 ないし 1 1 のいずれかに記載の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記複数の復水器のうちの同じ復水器内に配置された前記複数の低圧給水加熱器または高圧給水加熱器のうちの少なくとも二つが、抱合せ給水加熱器として一体的に構成されていること、を特徴とする原子力蒸気タービンプラント給水加熱システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムに関し、特に、低圧給水加熱器を復水器内に設置する原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来の原子力蒸気タービンプラント、例えば原子力発電プラントの給水加熱システムにつき、図20、図21を参照して説明する。

図20は基本構成を示すものである。原子力発電プラントの給水加熱システムは、蒸気発生器1、高圧タービン2、低圧タービン3a、3b、…3n、復水器4a、4b、…4n、昇圧装置（復水ポンプ）5、低圧給水加熱器群6a、6b、…6n、昇圧装置（給水ポンプ）20、高圧給水加熱器群7a、7b、給水配管8、蒸気管9とを含む。隣り合う復水器同士は、連絡胴11により接続されている。

#### 【0003】

蒸気発生器（例えば原子炉）1で発生した蒸気は、高圧タービン2を経て、蒸気管9により導かれてn（nは通常3以上）個の車室の低圧タービン3a、3b、…3nを駆動して、低圧タービン3a、3b、…3nそれぞれの下に設置した復水器4a、4b、…4nにより凝縮されて復水となる。この復水は、昇圧装置（復水ポンプ）5によって昇圧され、給水として低圧給水加熱器群6a、6b、…6nへ送られて加熱される。低圧給水加熱器群によって加熱された給水は昇圧装置（給水ポンプ）20によってさらに昇圧され、高圧給水加熱器群7a、7bにより加熱されて蒸気発生器1に戻されて閉ループを構成している。

#### 【0004】

低圧給水加熱器群6a、6b、…6nには、加熱源として、低圧タービン3a、3b、…3nからの抽気蒸気が抽気管10a、10b、…10nにより導かれる。また、高圧給水加熱器群7a、7bの加熱源としては、高圧タービン2からの抽気やクロスアラウンド管からの抽気が利用される（図示せず）。低圧給水加熱器群6a、6b、…6nは、通常、シェル側に加熱源として導入される抽気とチューブ側に導入される被加熱側の給水との間で熱交換を行なうシェル・アンド・チューブ型の熱交換器である。これらの低圧給水加熱器群6a、6b、…6nは、復水器4a、4b、…4n内のネック部に設置されるネックヒータ方式を採用して建屋縮小を図っている。

#### 【0005】

図21は、図20の従来例においてn=3とした場合をより具体的に示したも



のである。3車室の低圧タービン3a、3b、3cとそれぞれの復水器4a、4b、4cを有する。なお、この図では抽気管の図示を省略している。図21に示すように、低圧給水加熱器群は4段、3系列6a1～6a4、6b1～6b4、6c1～6c4であって各復水器4a、4b、4cに均等に配置されている。ここで、「系列」は、給水配管8が分岐して並列に接続された低圧給水加熱器群を意味し、「段」は、各系列内で給水配管8が直列に接続された個々の低圧給水加熱器を意味する。

#### 【0006】

プラント効率を考えた場合、一般的に、発電プラントの給水加熱システムは直列に接続された低圧給水加熱器の熱、すなわち段数を増やすのが望ましい。また、復水器に設置するネックヒータでの圧力損失を軽減することが望ましい。しかし、段数を変えずにネックヒータ方式を採用しない場合は建屋が大型化する。このため、復水器のネックヒータの設置位置はタービン排気蒸気の復水器内の流動を考慮し各復水器上部（ネック部）に設置する。また車室数 $n$ の低圧タービンに対して基数 $n$ の復水器を設置するとき、低圧給水加熱器群を系列数を $n$ として均等に各復水器本体に配置し、さらに隣接する復水器間には連絡胴11を設けて復水器間の圧力不均衡の低減を図っている。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

ところが、上述の $n$ 個の低圧タービン車室と $n$ 基の復水器と $n$ 系列の低圧給水加熱器群をネックヒータ方式とした原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムにおいては、復水器上部の空間は限られており、ネックヒータを採用する場合にタービンからの抽気を導く抽気管やこれらの支持構造物の計画が容易ではなく、結果的に配管物量や内部構造物の増大を招き、復水器の大型化、建屋の大型化によるコストアップの問題や、プラント効率に影響する復水器内部圧損の低減の観点からも限界があった。また、運転冗長性の面でも各給水加熱器群の系列毎に調節弁を設置する必要があり、給水加熱器の員数を減らすことができない従来技術では、系列毎のアンバランスが発生しやすく原子力プラントの安定運転に対する冗長性の面でも課題があった。

## 【0 0 0 8】

本発明は、かかる従来の事情に対処してなされたものであり、複数の低圧タービン車室とこれと同数基の復水器とを有する原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムにおいて、復水器内に設置する低圧給水加熱器などの員数及び物量を低減することを目的とする。

## 【0 0 0 9】

## 【課題を解決するための手段】

この発明は上記目的を達成するものであって、請求項 1 に記載の発明は、低圧タービンをそれぞれに収容する複数の低圧タービン車室のそれぞれに接続されて前記低圧タービンから排出された蒸気を凝縮させて復水を作る複数の復水器と、前記復水器内に配置されて前記低圧タービンから抽出された抽気を抽気配管によって導いてその抽気の熱により前記復水を給水として加熱する熱交換器からなる複数の低圧給水加熱器と、を備えた原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記複数の低圧給水加熱器は、給水側が分岐して互いに並列に接続されて複数の系列を構成し、この系列の数が、前記復水器の数よりも少ないこと、を特徴とする。

## 【0 0 1 0】

また、請求項 5 に記載の発明は、低圧タービンをそれぞれに収容する複数の低圧タービン車室のそれぞれに接続されて前記低圧タービンから排出された蒸気を凝縮させて復水を作る複数の復水器と、前記復水器内に配置されて前記低圧タービンから抽出された抽気を抽気配管によって導いてその抽気の熱により前記復水を給水として加熱する熱交換器からなる複数の低圧給水加熱器と、を備えた原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムにおいて、前記複数の低圧給水加熱器は、給水側が直列に接続された複数の段の低圧給水加熱器からなり、前記給水側がより上流側の段の低圧給水加熱器は前記低圧タービンのより低圧側から抽気した蒸気を導入するように構成されており、前記複数の段の低圧給水加熱器のうちで前記低圧タービンの最も低圧側から抽気した蒸気を導入する第 1 の低圧給水加熱器は前記復水器ごとに 1 基ずつ配置され、前記第 1 の低圧給水加熱器を出た給水は相互に合流して分岐し、それぞれに複数の低圧給水加熱器を含み互いに並列

をなす複数の系列を構成し、この系列の数が、前記復水器の数よりも少ないこと、を特徴とする。

### 【0011】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図1～19を参照しながら本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの実施の形態を説明する。ここで、従来技術と共通または類似の部分、および互いに共通または類似の部分には共通の符号を付して、重複説明は省略する。

### 【0012】

#### 〔第1の実施の形態〕

図1は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第1の実施の形態を示す系統構成図である。この第1の実施の形態は、図20に示した従来例に対し、 $n$ 基の復水器のうちの $(n-1)$ 基の復水器4a、4b、…4( $n-1$ )にそれぞれ、第1～第 $(n-1)$ 系列の低圧給水加熱器（ネックヒータ）群6a、6b、…6( $n-1$ )を配置し、第 $n$ 復水器4nには低圧給水加熱器を一つも配置していない。これにより、全体の低圧給水加熱器の数を軽減し、復水器圧力損失と、抽気管物量と、低圧給水加熱器、復水器物量の低減を図ることができる。

### 【0013】

#### 〔第2の実施の形態〕

図2は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第2の実施の形態を示しており、図1に示した第1の実施の形態において $n=3$ とした場合に相当する。低圧タービン3a、3b、3cが3車室で、これらの低圧タービン車室にそれぞれ接続する3基の復水器4a、4b、4c内に、2系列で4段の低圧給水加熱器6a1～6a4、6b1～6b4がネックヒータとして設置される。二つの系列の低圧給水加熱器群6a、6bは3基の復水器内に分散して配置されている。

### 【0014】

図からわかるように、給水配管8は昇圧装置5の吐出側でA系統とB系統の二

つに分岐し、A系統では低圧給水加熱器 6 a 1～6 a 4 が直列に接続され、B系統では低圧給水加熱器 6 b 1～6 b 4 が直列に接続されている。そして、復水器 4 a 内には低圧給水加熱器 6 a 2～6 a 4 が配置され、復水器 4 b 内には低圧給水加熱器 6 a 1 および 6 b 4 が配置され、復水器 4 c 内には低圧給水加熱器 6 b 1～6 b 3 が配置されている。

#### 【0015】

ここで、給水は、低圧給水加熱器 6 a 1～6 a 4 の順、低圧給水加熱器 6 b 1～6 b 4 の順にそれぞれ流れるように接続され、次第に加熱されて温度が上昇していく。図 2 では抽気管の図示を省略しているが、低圧タービン 3 a、3 b、3 c からの抽気の圧力および温度は、低圧給水加熱器の給水側の温度が低いものほど低く、例えば低圧給水加熱器 6 a 4、6 b 4 に供給されるものが最も高く、6 a 1、6 b 1 に供給されるものが最も低い。

#### 【0016】

この実施の形態によれば、各復水器に設置する低圧給水加熱器の本数を軽減し、復水器圧力損失と、抽気管物量と、低圧給水加熱器、復水器物量の低減を図ることができる。また、この実施の形態では、すべての（3 基の）復水器 4 a、4 b、4 c に低圧給水加熱器が設置され、復水器での圧力損失が極力均等になるように配慮されている。これにより、低圧タービン 3 a、3 b、3 c の特性の違いを最小限にすることが可能である。

#### 【0017】

##### [第 3 の実施の形態]

図 3 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 3 の実施の形態を示しており、第 2 の実施の形態と同様に、第 1 の実施の形態（図 1）において  $n=3$  とした場合に、復水器に設置する 2 系列で 4 段分の低圧給水加熱器群の具体的なネックヒータ配置を示したものである。

#### 【0018】

この実施の形態では、第 2 の実施の形態（図 2）と異なり、3 基の復水器 4 a、4 b、4 c のうちの 2 基の復水器 4 a、4 b にそれぞれ、低圧給水加熱器 6 a 1～6 a 4、6 b 1～6 b 4 を設置している。その意味では第 1 の実施の形態と

共通している。この実施の形態では、各復水器に設置する低圧給水加熱器の本数を軽減し、復水器圧力損失と、抽気管物量と、低圧給水加熱器、復水器物量を低減することができる。また、第 2 の実施の形態とは違って、ネックヒータを設置しない内部構造が簡素な復水器 4 c を設け、この復水器における復水器内部圧損を特に小さくしている点が特徴である。

#### 【0 0 1 9】

##### [第 4 の実施の形態]

図 4 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 4 の実施の形態を示している。これは、第 2、第 3 の実施の形態と同様に、第 1 の実施の形態において  $n = 3$  とした場合に相当し、復水器に設置する 2 系列で 4 段分の低圧給水加熱器群の具体的なネックヒータ配置を示している。この実施の形態では、第 2 の実施の形態と同様に、3 基の復水器 4 a、4 b、4 c のすべてに復水器が配置されている。図示のように、3 基の復水器 4 a、4 b、4 c のうちの 2 基の復水器 4 a、4 c に 2 系列で 3 段の低圧給水加熱器群を設置し、また残りの 1 基の復水器 4 b に 2 系列で 1 段の低圧給水加熱器群をネックヒータとして設置している。

#### 【0 0 2 0】

この実施の形態によれば、各復水器に設置する低圧給水加熱器の本数が軽減し、復水器圧力損失と、抽気管物量と、低圧給水加熱器、復水器物量の低減が図られている。抽気蒸気条件が同じとなる最初の段の低圧給水加熱器 6 a 1、6 b 1 をひとつの復水器 4 b 内に設置して、主タービンから導く抽気管の配管設計を容易としている。なお、図 4 では、最初の段の低圧給水加熱器 6 a 1、6 b 1 を設置する復水器を中央の復水器 4 b としたが、この復水器は中央でなくても良い。

#### 【0 0 2 1】

##### [第 5 の実施の形態]

図 5 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 5 の実施の形態を示している。これは、第 3 の実施の形態（図 3）の変形例である。すなわち、3 基の復水器のうち 2 基 4 b、4 c にそれぞれ、低圧給水加熱器 6 a

1～6a4、6b1～6b4が設置されている。なお、低圧給水加熱器を設置する復水器を、図3では4aおよび4bとしたのに対して図5では4bおよび4cとしているが、実質的には同じである。

#### 【0022】

本実施の形態では、低圧給水加熱器を設置しない復水器4a内に、高圧給水加熱器群7a、7bを設置する。このように、従来ネックヒータとしていない高圧給水加熱器をネックヒータとして復水器上部に設置する。これにより、建屋容積を軽減することができる。なお、この高圧給水加熱器群7a、7bを設置する復水器は任意に選択することができる。

#### 【0023】

##### 〔第6の実施の形態〕

図6は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第6の実施の形態を示している。これは、第2の実施の形態（図2）の変形例であって、復水器4c内に設置される3個の低圧給水加熱器（ネックヒータ）のうちの2個6b2および6b3を一つの抱合せ給水加熱器（デュアルヒータ）で置き換えたものである。このデュアルヒータは2段分の低圧給水加熱器を接合して一体化したものである。

#### 【0024】

1基あたりの給水加熱器は大型化するが、通常の高圧給水加熱器の2段分の性能を有しているのに、別個に2基設置する場合に比べると、給水加熱システム全体として物量や占有容積を減少することができる。したがって、復水器内部構造の簡素化も図ることができ内部圧力損失の低減を図ることができる。なお、このデュアルヒータを設置する低圧給水加熱器は任意であり、設置する復水器も任意に選択することができる。

#### 【0025】

##### 〔第7の実施の形態〕

図7は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第7の実施の形態を示している。これは、第3の実施の形態（図3）の変形例であって、復水器4a内に設置される4個の低圧給水加熱器のうちの2個6a3および6

a 4 を一つのデュアルヒータで置き換え、さらに、復水器 4 b 内に設置される 4 個の低圧給水加熱器のうちの 2 個 6 b 3 および 6 b 4 を一つのデュアルヒータで置き換えたものである。

#### 【0026】

デュアルヒータの採用により、第 6 の実施の形態と同様に、物量や占有容積を減少することができる。したがって、復水器内部構造の簡素化も図ることができる。なお、この場合もデュアルヒータを設置する低圧給水加熱器は任意であり、設置する復水器も任意に選択することができる。

#### 【0027】

##### [第 8 の実施の形態]

図 8 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 8 の実施の形態を示している。これは、第 4 の実施の形態（図 4）の変形例であって、復水器 4 a 内に設置される 3 個の低圧給水加熱器のうちの 2 個 6 a 2 および 6 a 3 を一つのデュアルヒータで置き換え、さらに、復水器 4 c 内に設置される 3 個の低圧給水加熱器のうちの 2 個 6 b 2 および 6 b 3 を一つのデュアルヒータで置き換えたものである。

#### 【0028】

デュアルヒータの採用により、第 6、第 7 の実施の形態と同様に、物量や占有容積を減少することができる。したがって、復水器内部構造の簡素化も図ることができる。なお、この場合もデュアルヒータを設置する低圧給水加熱器は任意であり、設置する復水器も任意に選択することができる。

#### 【0029】

##### [第 9 の実施の形態]

図 9 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 9 の実施の形態を示している。これは、第 5 の実施の形態（図 5）の変形例であって、復水器 4 a 内に設置される高圧給水加熱器群 7 a を 2 個のデュアルヒータ 7 a 1、7 a 1 とし、さらに、高圧給水加熱器群 7 b を 2 個のデュアルヒータ 7 b 1

、7b1としたものである。デュアルヒータの採用により、物量や占有容積を減少することができる。したがって、復水器内部構造の簡素化も図ることができる。内部圧力損失の低減を図ることができる。

### 【0030】

なお、この図の構成の変形例として、デュアルヒータを1個だけ採用することも可能であり、また、他の2個の給水加熱器をデュアルヒータで置き換えることも可能である。

### 【0031】

#### [第10の実施の形態]

図10は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第10の実施の形態を示している。この実施の形態では、第1の実施の形態(図1)と同様に、 $n$ 個の車室の低圧タービン3a、3b、 $\dots$ 3nそれぞれの下に $n$ 基の復水器4a、4b、 $\dots$ 4nが配置されている。そして、この実施の形態では、低圧給水加熱器のうちで、最も抽気圧力が低くて抽気管抽気管が大口径となる $n$ 個の最初の段の低圧給水加熱器6a1、6b1、 $\dots$ 6n1が、 $n$ 基の復水器4a、4b、 $\dots$ 4nにそれぞれ1個ずつ配置されている。これらの低圧給水加熱器6a1、6b1、 $\dots$ 6n1の給水系統の上流側は、昇圧装置5の吐出側で分岐した位置にある。

### 【0032】

低圧給水加熱器6a1、6b1、 $\dots$ 6n1の給水系統の下流側はすべてが相互に接続され、その下流側は $(n-1)$ 系統に分岐され、復水器4a、4b、 $\dots$ 4 $(n-1)$ 内にそれぞれ配置された $(n-1)$ 個の低圧給水加熱器6a2、6b2、 $\dots$ 6 $(n-1)$ 2に接続されている。

### 【0033】

すなわち、この実施の形態では、1段分については系列数を $n$ として各復水器に配置し、大口径抽気配管の引回しを回避して抽気管の配管設計の容易性を確保し、その他の低圧給水加熱器の系列数は $(n-1)$ とした場合である。抽気管の配管設計の容易性の確保は復水器容積を軽減につながり、物量の低減を図ることが特徴で、圧力損失低減と、抽気管、低圧給水加熱器物量の低減を図ることがで



きる。

#### 【0034】

##### [第11の実施の形態]

図11は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第11の実施の形態を示している。この実施の形態は第10の実施の形態（図10）で、 $n=3$ とした場合にはほぼ相当する。すなわち、この実施の形態では、低圧給水加熱器群の1段分6a1、6b1、6c1については3系列として3基の復水器4a、4b、4cそれぞれに配置し、その他の低圧給水加熱器群は2系列として、復水器4a、4b、4cに2個ずつ分散して配置している。すなわち、復水器4aには、A系列の第2段および第3段の低圧給水加熱器6a2、6a3を配置し、復水器4bには、A系列の第4段およびB系列の第4段の低圧給水加熱器6a4、6b4を配置し、復水器4cには、B系列の第2段および第3段の低圧給水加熱器6b2、6b3を配置している。

#### 【0035】

この実施の形態によれば、第10の実施の形態と同様に、最も口径が大きい抽気管の配管設計の容易性を確保できる。また、3基の復水器器内圧力をほぼ均等に保つことができるため、タービンA、B、Cの設計を共通化することができる。

#### 【0036】

##### [第12の実施の形態]

図12は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第12の実施の形態を示している。これは、第11の実施の形態（図11）の変形例であって、復水器4b内に設置される3個の低圧給水加熱器のうちの2個6a4および6b4を一つのデュアルヒータで置き換えた点が第11の実施の形態と相違する。

#### 【0037】

この実施の形態によれば、第11の実施の形態における効果が得られるほかに、デュアルヒータの採用による小型化・低圧損化の効果が得られる。なお、このデュアルヒータを設置する給水加熱器は任意であり、設置する復水器も任意に選択

することができる。

#### 【0038】

##### [第13の実施の形態]

図13および図14は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第13の実施の形態を示すものである。この実施の形態では、3基の復水器4a、4b、4c内にAとBの2系列の低圧給水加熱器群が設置されている。復水器4bにはA系列の低圧給水加熱器6a4とB系列の低圧給水加熱器6b4が配置され、復水器4cにはB系列の低圧給水加熱器6b1、6b2、6b3が配置されている。

#### 【0039】

図13に示すように、この実施の形態では、低圧タービン3a、3b、3cそれぞれから4段の抽気を行なっている。各段の抽気（例えば最も高圧側の抽気）は、図14に示すようにA系列では復水器4aからの2つの抽気と復水器4bからの1つの抽気が合流して対応する段の低圧給水加熱器（低圧給水加熱器6a4）に供給され、B系列では復水器4bからの1つ抽気と復水器4cからの2つの抽気が合流して対応する段の低圧給水加熱器（低圧給水加熱器6b4）に供給されている。抽気を取り出された復水器と異なる復水器にある低圧給水加熱器へ供給される場合には、抽気管10が連絡胴11内を通して隣接する復水器4a、4b、4cの間を連絡している。

#### 【0040】

この実施の形態では、各低圧タービン3a、3b、3cから同数、同口径の抽気管10が出ている。これにより、低圧タービン3a、3b、3cを同一設計とすることができ、また抽気管10の管路がA、B、Cで同等であるためネックヒータにおける抽気圧力差が生じにくく、各系列が等価な安定した運転を行なうことができる。

#### 【0041】

また、抽気管10が連絡胴11内を通して隣接する復水器の間で連絡されていることにより、復水器内部空間を有効利用することになるので、結果として抽気管物量の軽減を図ることができる。

**【0 0 4 2】**

この実施の形態の抽気管の接続方法については、この実施の形態の低圧給水加熱器の配置に限らず、第 2 の実施の形態から第 9 の実施の形態または第 1 1 の実施の形態あるいは第 1 2 の実施の形態と組み合わせて用いることもできる。また、第 1 の実施の形態や第 1 0 のような  $n = 3$  以外の復水器であっても同様に組み合わせることができる。

**【0 0 4 3】****[第 1 4 の実施の形態]**

図 1 5 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 4 の実施の形態を示している。これは、第 1 3 の実施の形態（図 1 3 および図 1 4）の変形例であって、低圧タービン 3 a、3 b、3 c からの各段の抽気において、連絡胴 1 1 を経由して 3 基の復水器 4 a、4 b、4 c 内を貫通し、その段の全ての抽気が流入する器内抽気ヘッダ 2 2 が配置されている。各低圧タービン 3 a、3 b、3 c から出た抽気管 1 0 は器内抽気ヘッダ 2 2 を通して他の復水器を含む復水器内の低圧給水加熱器群 6 a、6 b と接続されている。

**【0 0 4 4】**

このようにヘッダ方式とすることにより、前述の各低圧給水加熱器群における抽気圧力差（器内圧力差）を抑制することができ、各系列が等価な安定した運転を行なうことができる。

**【0 0 4 5】****[第 1 5 の実施の形態]**

図 1 6 は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 5 の実施の形態を示している。これは、第 1 4 の実施の形態（図 1 5）の変形例であって、復水器 4 a、4 b、4 c の外側に各段毎にその段の全ての抽気が流入する器外抽気ヘッダ 2 4 が配置されている。各低圧タービン 3 a、3 b、3 c から出た抽気管 1 0 は器外抽気ヘッダ 2 4 を通して他の復水器を含む復水器内の低圧給水加熱器群 6 と接続されている。

**【0 0 4 6】**

このようにヘッダ方式とすることにより、第 1 4 の実施の形態と同様に、前述

の各低圧給水加熱器群における抽気圧力差（器内圧力差）を抑制することができ、各系列が等価な安定した運転を行なうことができる。

#### 【0047】

また、抽気管10を、連絡胴11を貫通させずに復水器4a、4b、4cの外に一旦導くようにするため、抽気管管路が長くなることにより物量は増大するが、復水器圧力損失を抑制することができる。

#### 【0048】

第13の実施の形態においても、抽気管10を、連絡胴11を貫通させずに復水器4a、4b、4cの外に一旦導くようにするができ、その場合にも復水器圧力損失を抑制することができる。

#### 【0049】

[第16の実施の形態]

図17は、本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第16の実施の形態を示している。これは、第13の実施の形態（図13および図14）の変形例であって、3基の復水器4a、4b、4c内に設置されているAとBの2系列の低圧給水加熱器の配置は第13の実施の形態と同じである。この実施の形態では、各低圧給水加熱器に必要な抽気を、設置した復水器上部の低圧タービン車室からのみ導くように抽気管10を配置している。このため、図14のように連絡胴11を通して抽気管10を連絡する必要がない。

#### 【0050】

この実施の形態では、復水器器内抽気管の物量を最小とすることができる。なお、抽気管10の管路が、低圧タービン3a、3b、3cそれぞれで同等ではないため、低圧給水加熱器における抽気圧力差が生じうる、このため、それぞれ個別のタービン設計を行なう可能性もある。

#### 【0051】

この実施の形態の抽気管の接続方法については、この実施の形態の低圧給水加熱器の配置に限らず、第2の実施の形態から第9の実施の形態または第11の実施の形態あるいは第12の実施の形態と組み合わせて用いることもできる。また、第1の実施の形態や第10のような $n=3$ 以外の復水器であっても同様に組み

合わせることができる。

#### 【0 0 5 2】

##### 〔他の実施の形態〕

以上第 1 から第 1 6 の実施の形態は、それぞれを自由に組み合わせた構成とすることもでき、また低圧給水加熱器の形式として縦形給水加熱器としても構わない。

#### 【0 0 5 3】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、復水器に設置する低圧給水加熱器の数を減らすことができ、復水器圧力損失、抽気管物量や低圧給水加熱器物量等を低減することができ、最適なコストと高効率の原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムとすることができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図 1】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 の実施の形態の模式的系統構成図。

##### 【図 2】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 2 の実施の形態の模式的系統構成図。

##### 【図 3】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 3 の実施の形態の模式的系統構成図。

##### 【図 4】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 4 の実施の形態の模式的系統構成図。

##### 【図 5】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 5 の実施の形態の模式的系統構成図。

##### 【図 6】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 6 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 7】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 7 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 8】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 8 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 9】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 9 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 1 0】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 0 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 1 1】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 1 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 1 2】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 2 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 1 3】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 3 の実施の形態の模式的系統構成図。

【図 1 4】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 3 の実施の形態の抽気配管の引き回しを示す模式的系統構成図。

【図 1 5】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 1 4 の実施の形態の模式的系統構成図。

## 【図 16】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 15 の実施の形態の模式的系統構成図。

## 【図 17】

本発明に係る原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの第 16 の実施の形態の模式的系統構成図。

## 【図 18】

従来の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの模式的系統構成図。

## 【図 19】

従来の他の原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムの模式的系統構成図。

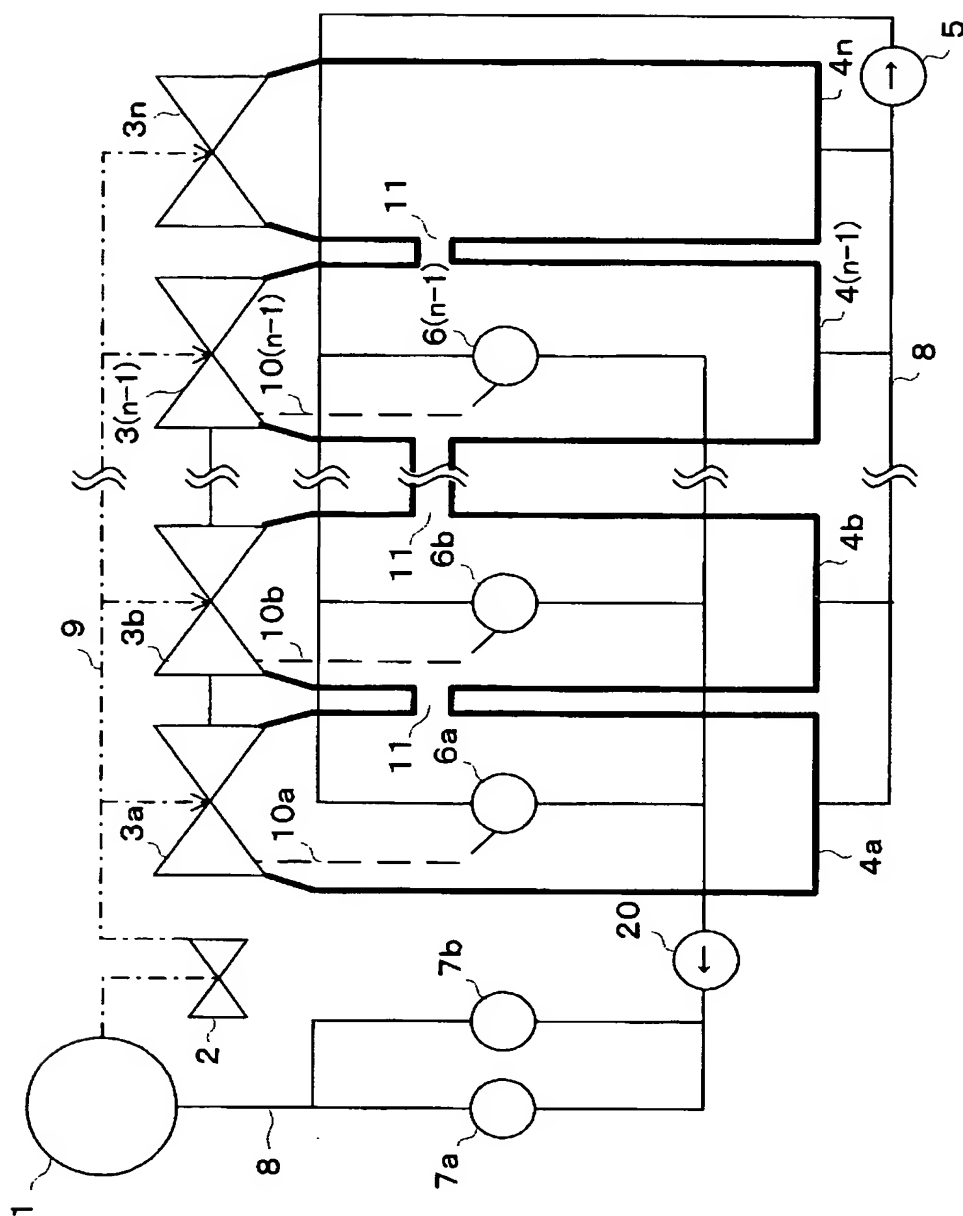
。

## 【符号の説明】

1…蒸気発生器、2…高压タービン、3 a…低压タービン (A)、3 b…低压タービン (B)、3 c…低压タービン (C)、4 a…復水器 (A)、4 b…復水器 (B)、4 c…復水器 (C)、5…昇圧装置 (復水ポンプ)、6…低压給水加熱器群、6 a…低压給水加熱器群 (A)、6 a 1…低压第 1 給水加熱器 (A)、6 a 2…低压第 2 給水加熱器 (A)、6 a 3…低压第 3 給水加熱器 (A)、6 a 4…低压第 4 給水加熱器 (A)、6 b…低压給水加熱器群 (B)、6 b 1…低压第 1 給水加熱器 (B)、6 b 2…低压第 2 給水加熱器 (B)、6 b 3…低压第 3 給水加熱器 (B)、6 b 4…低压第 4 給水加熱器 (B)、6 c…低压給水加熱器群 (C)、6 c 1…低压第 1 給水加熱器 (C)、6 c 2…低压第 2 給水加熱器 (C)、6 c 3…低压第 3 給水加熱器 (C)、6 c 4…低压第 4 給水加熱器 (C)、7…高压給水加熱器群、7 a…高压給水加熱器群 (A)、7 a 1…高压第 1 給水加熱器 (A)、7 a 2…高压第 2 給水加熱器 (A)、7 b…高压給水加熱器群 (B)、7 b 1…高压第 1 給水加熱器 (B)、7 b 2…高压第 2 給水加熱器 (B)、8…給水配管、9…蒸気配管、10…抽気配管、10 a…抽気管 (A)、10 b…抽気管 (B)、10 c…抽気管 (C)、11…連絡胴、20…昇圧装置 (給水ポンプ)、22…器内抽気ヘッド、24…器外抽気ヘッド。

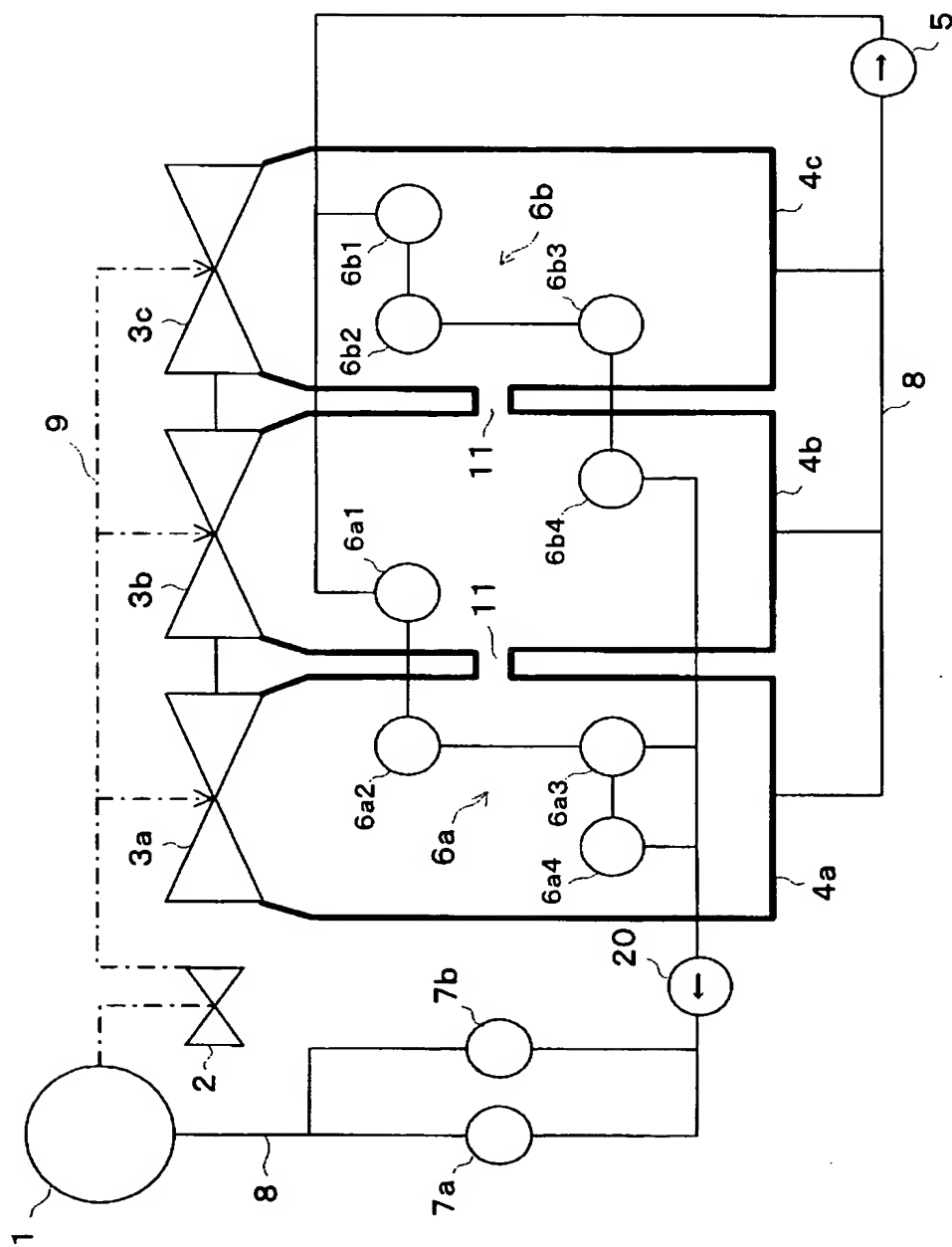
【書類名】 図面

【図 1】

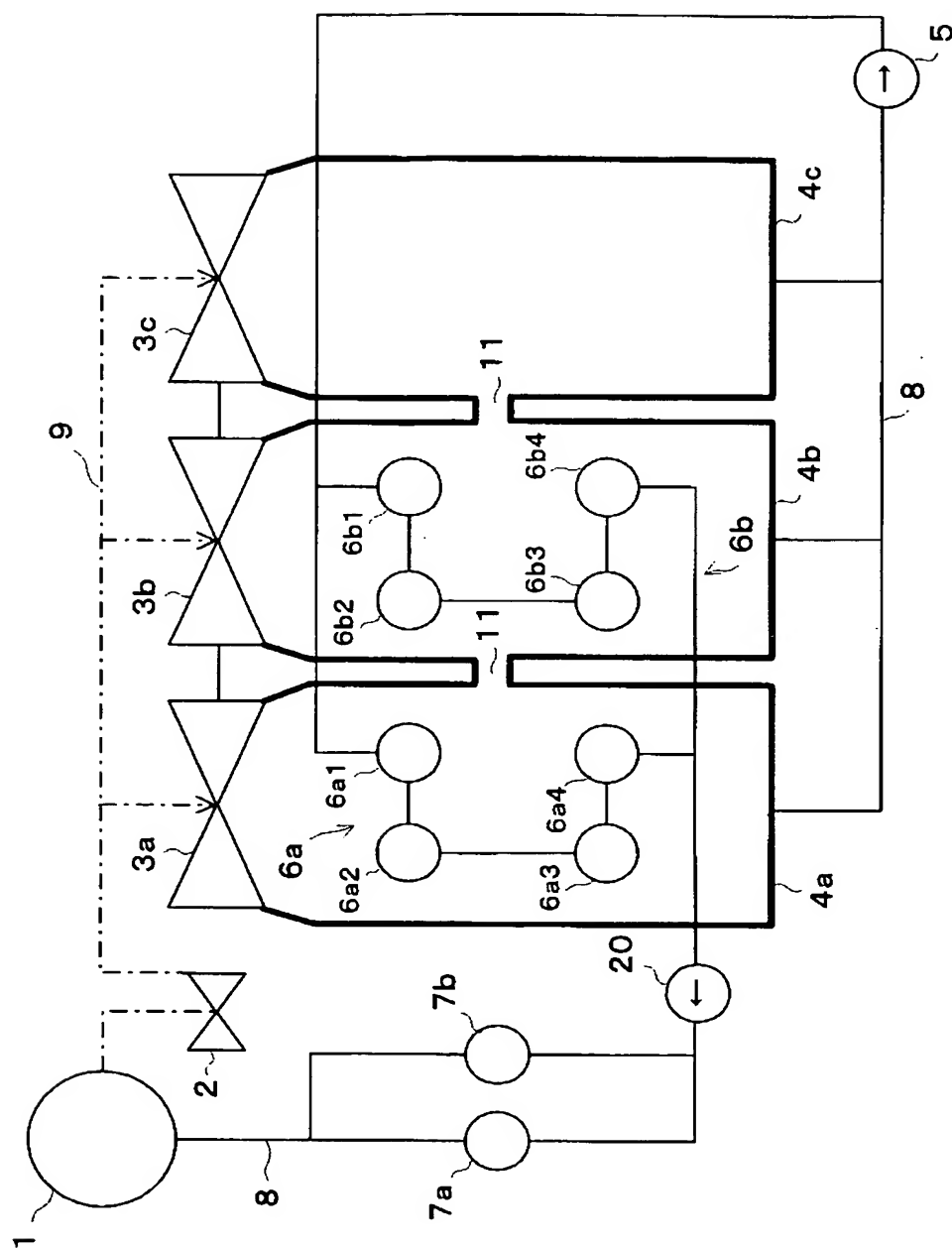




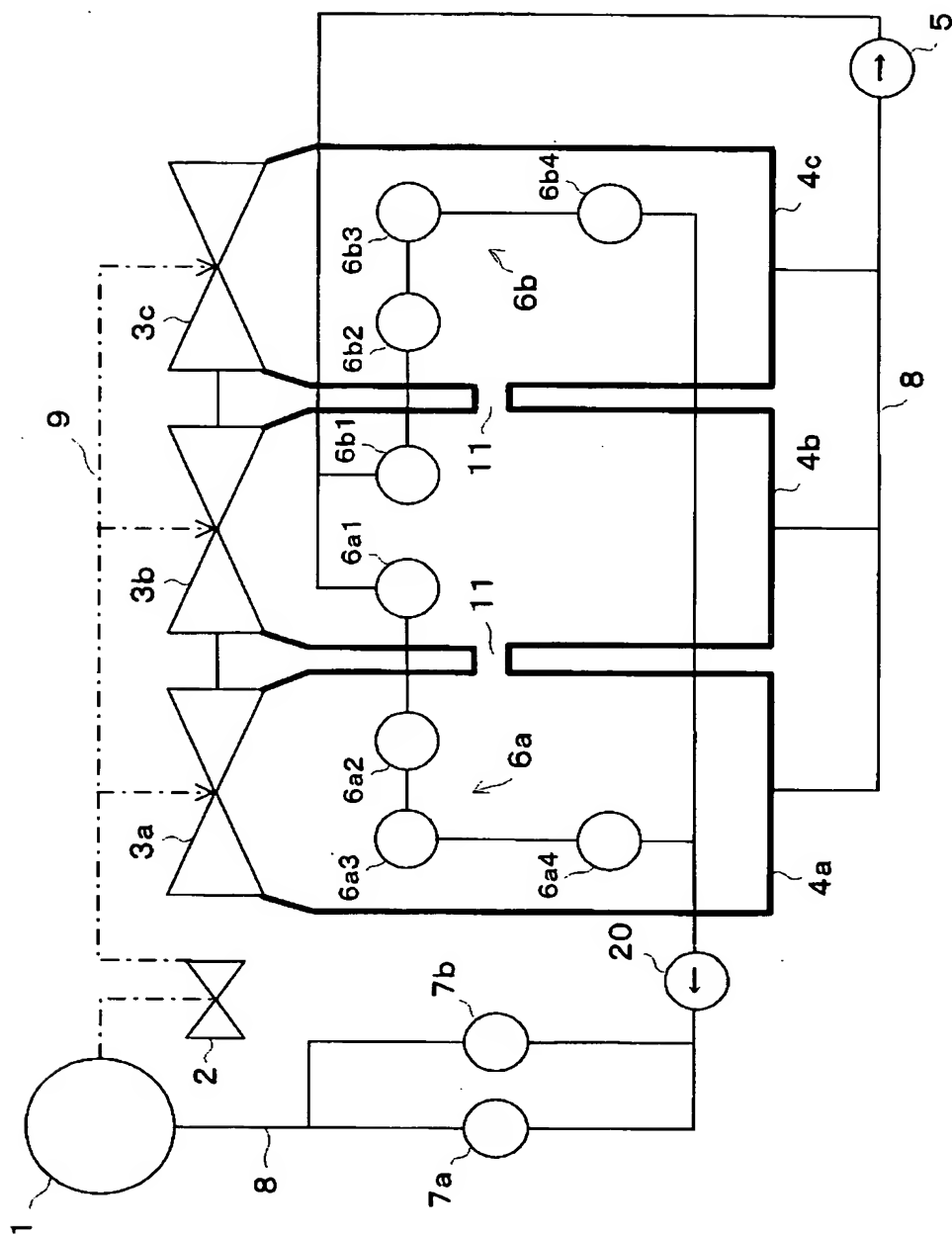
【図 2】



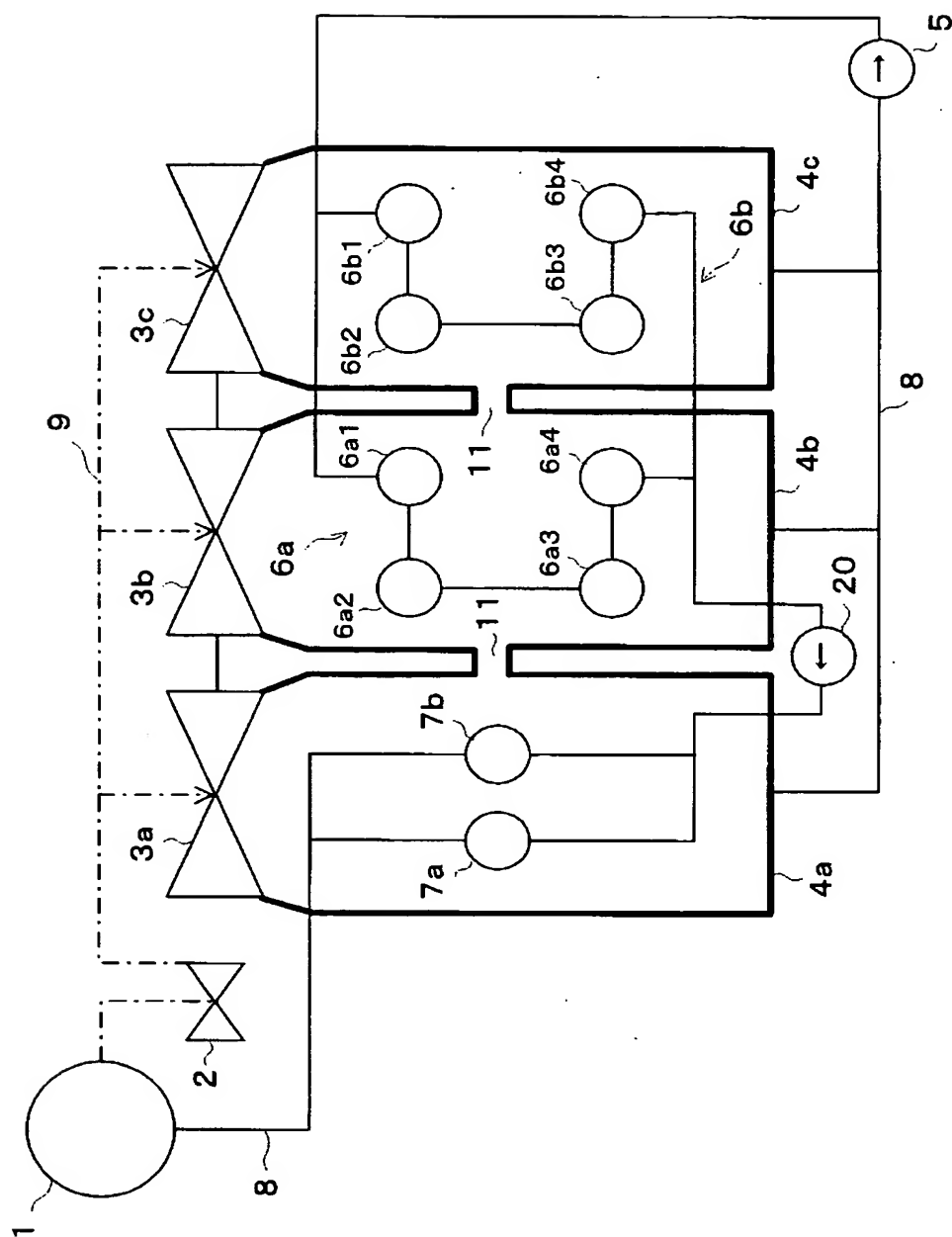
【図 3】



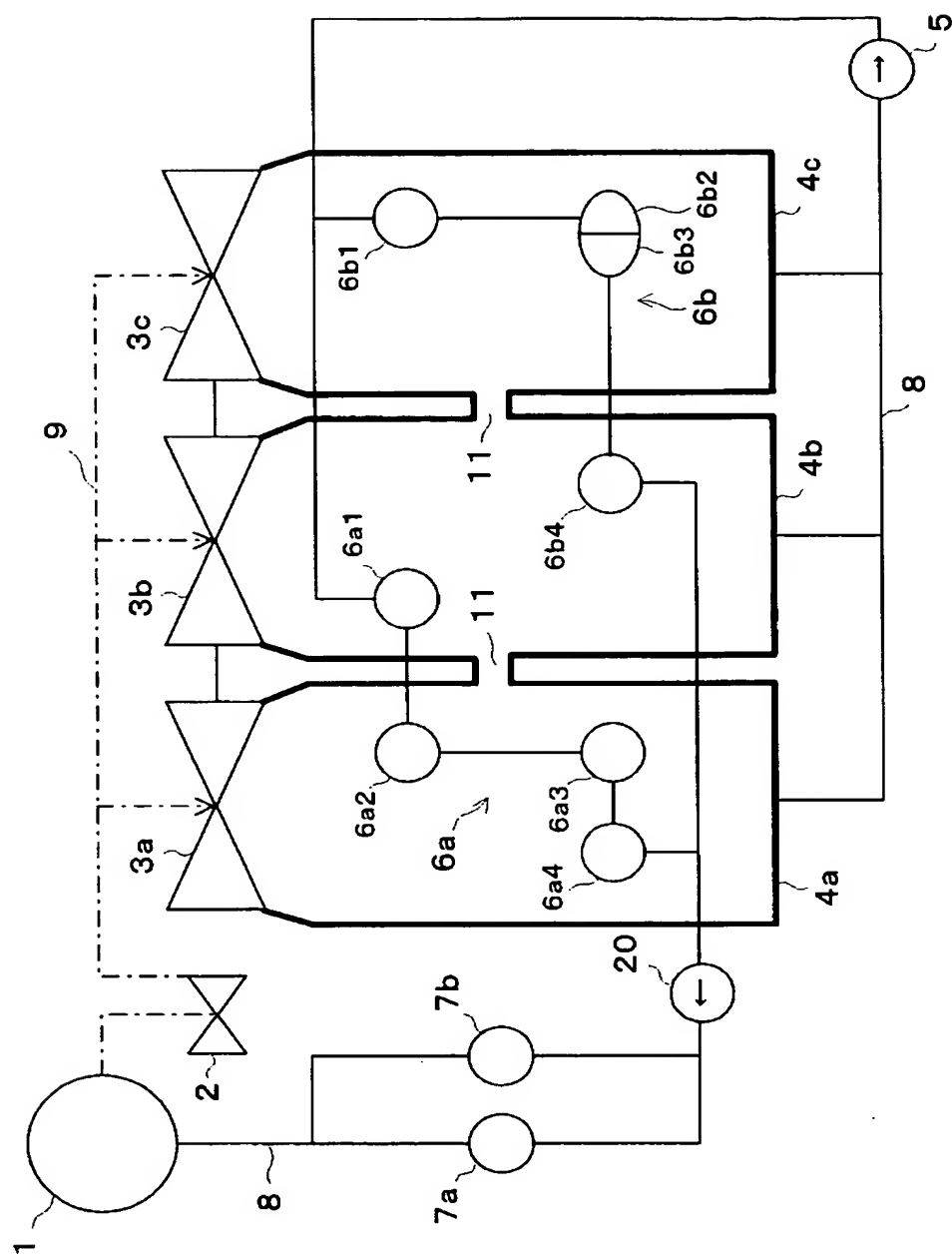
【図 4】



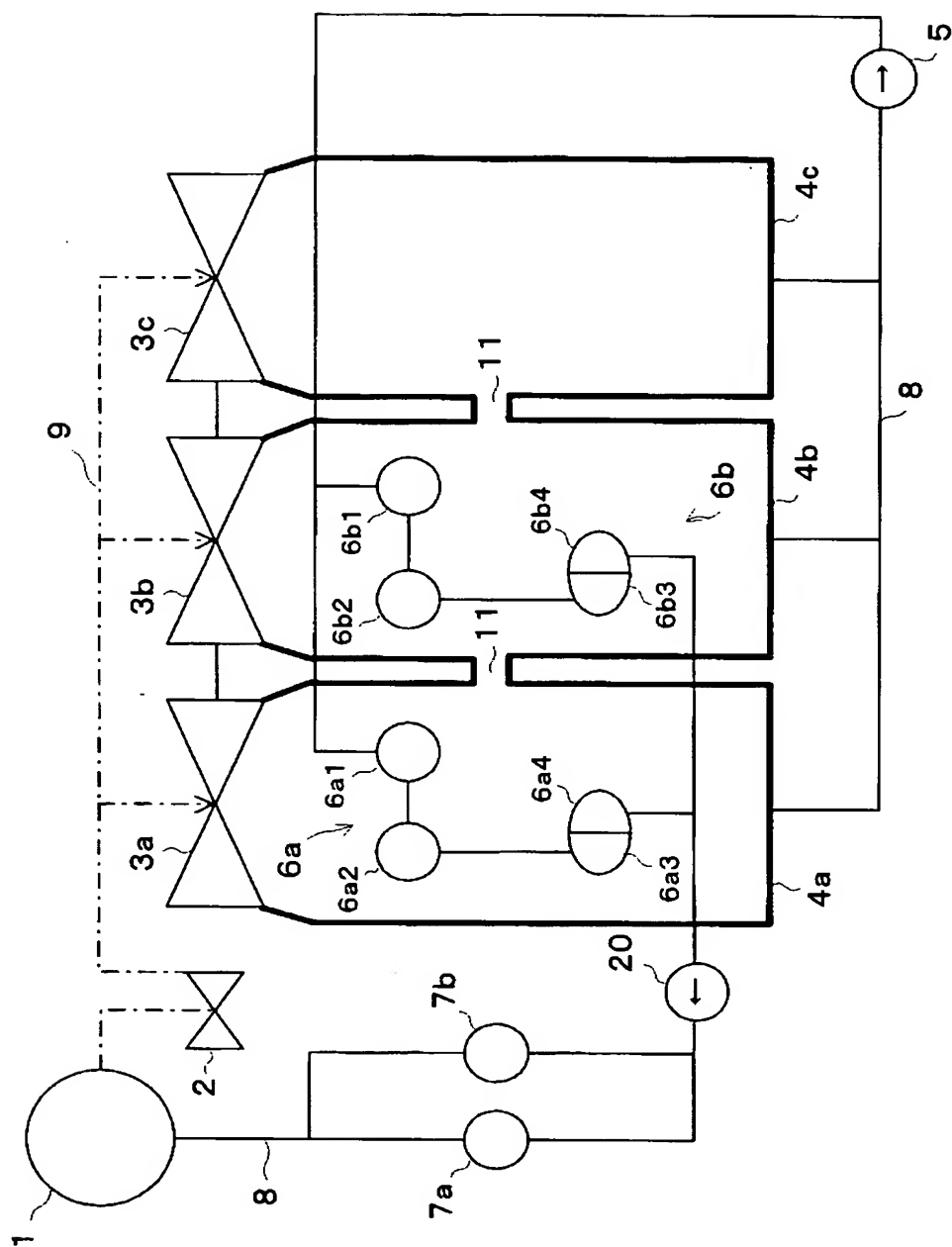
【図 5】



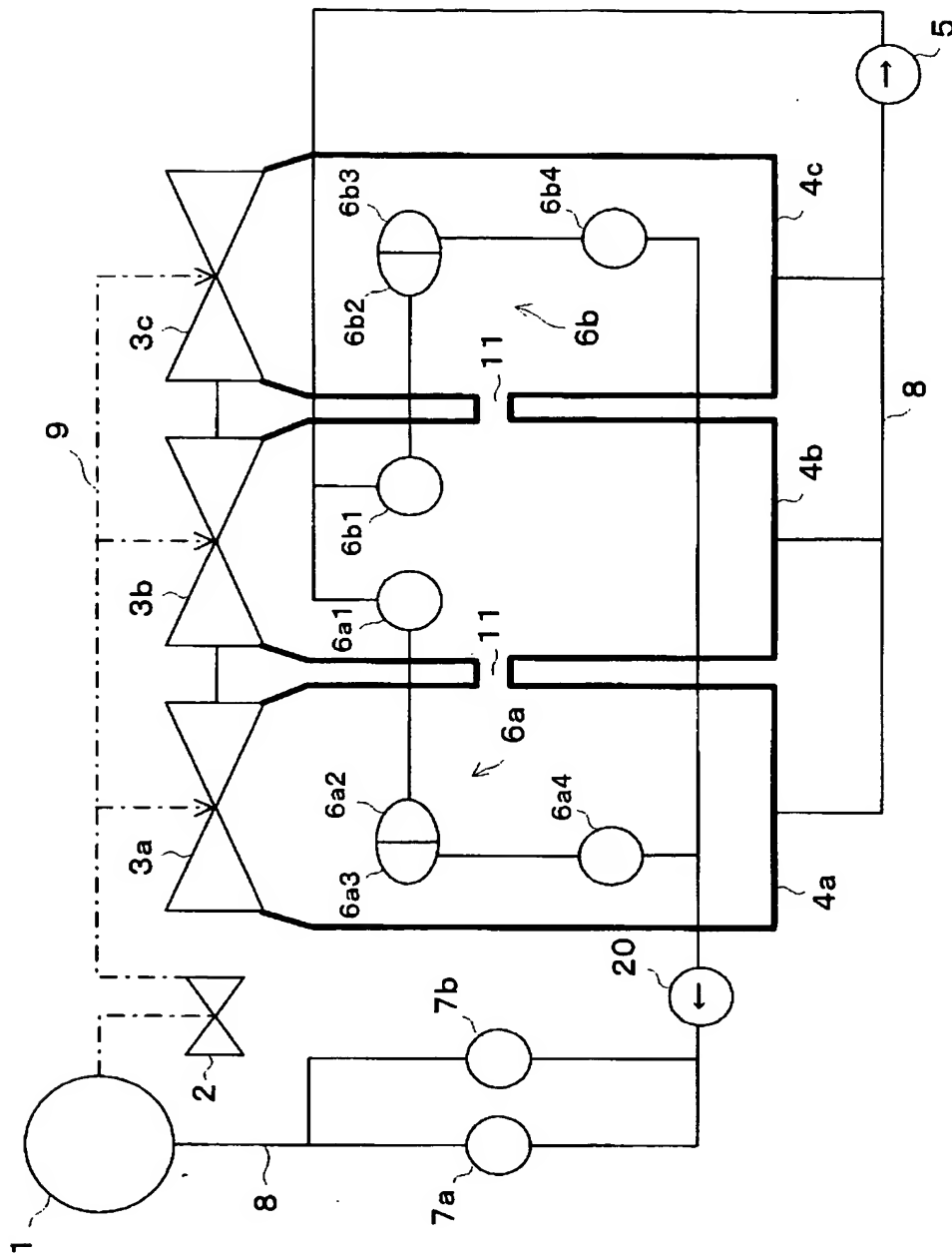
【図 6】



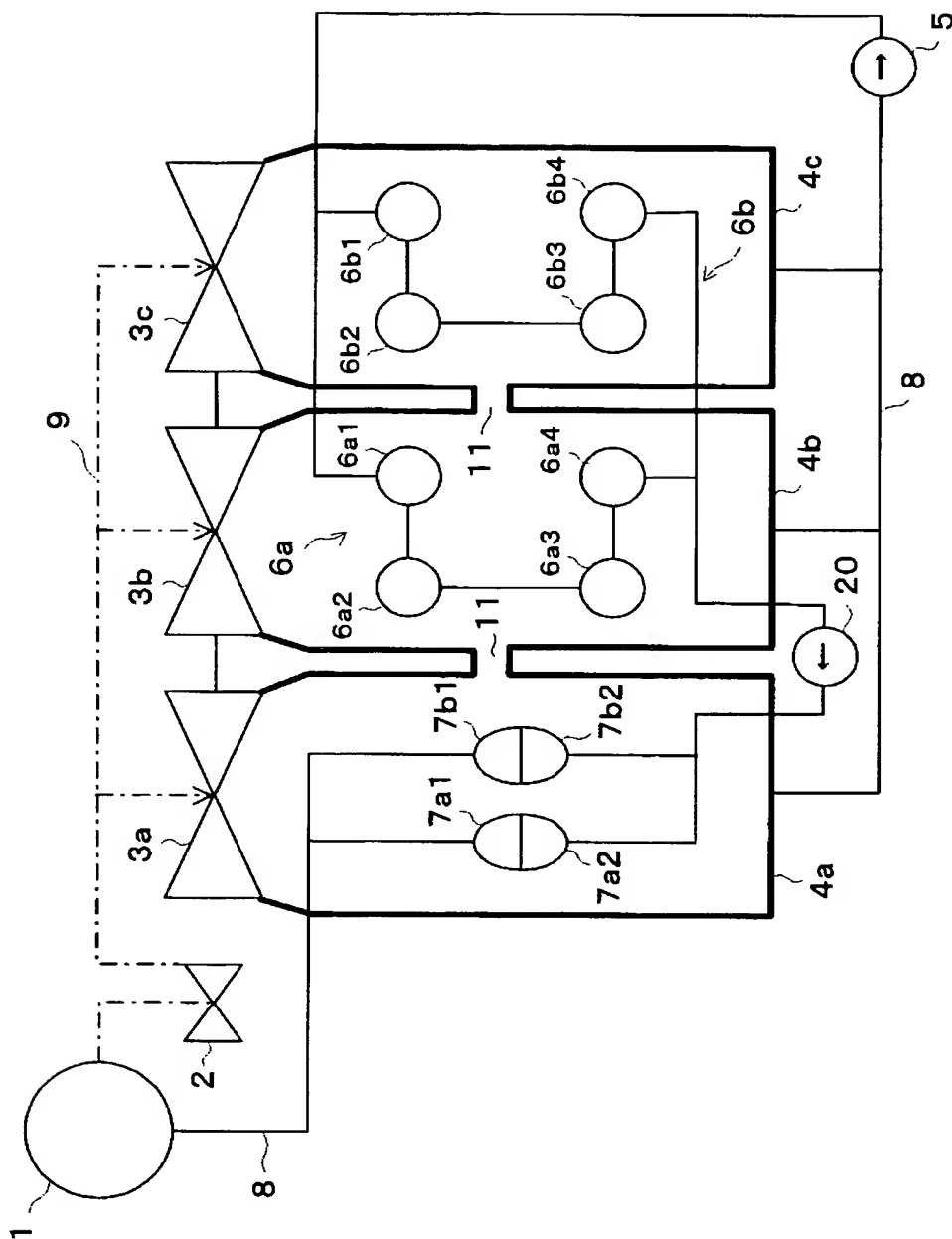
【図 7】



【図 8】

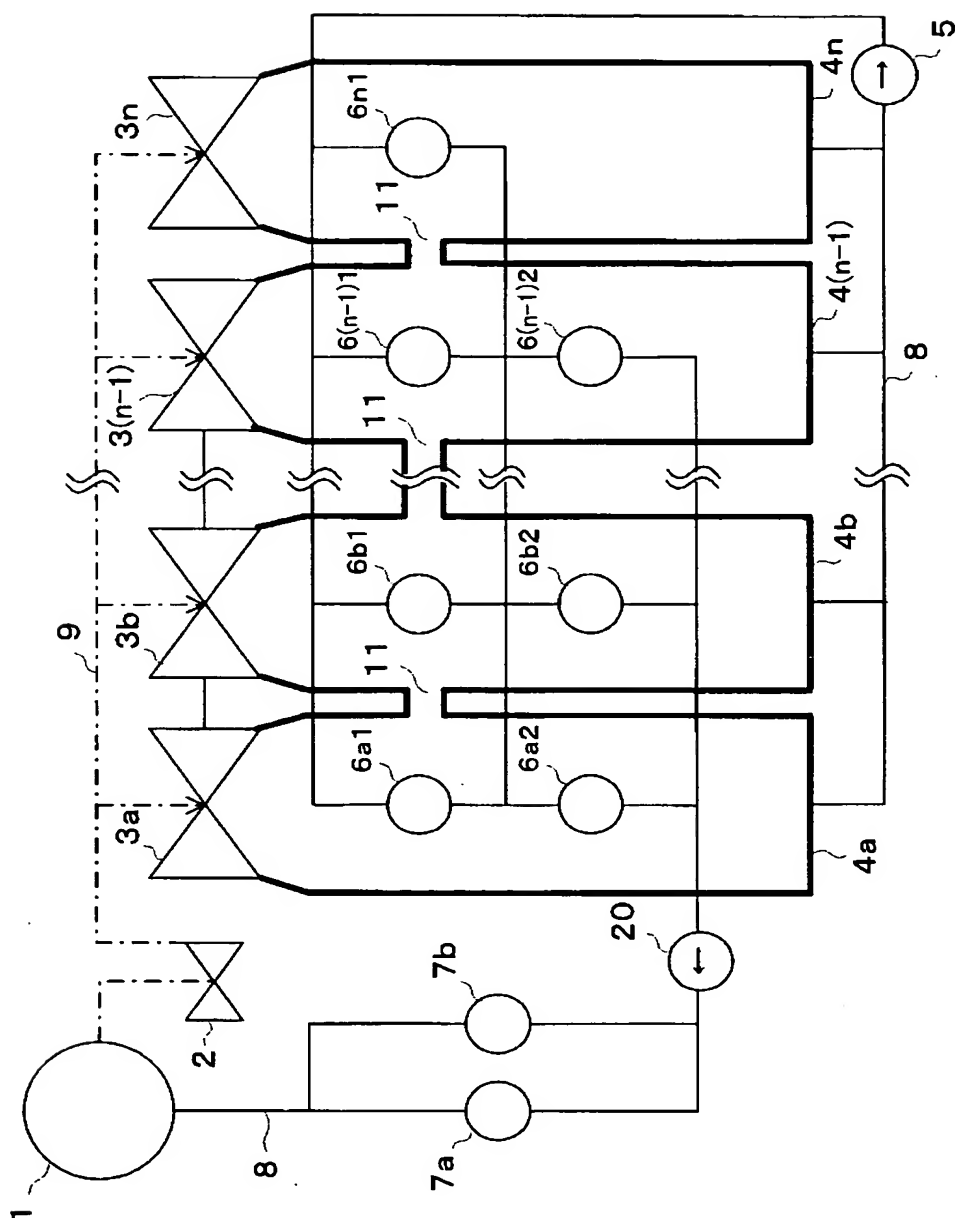


【図 9】

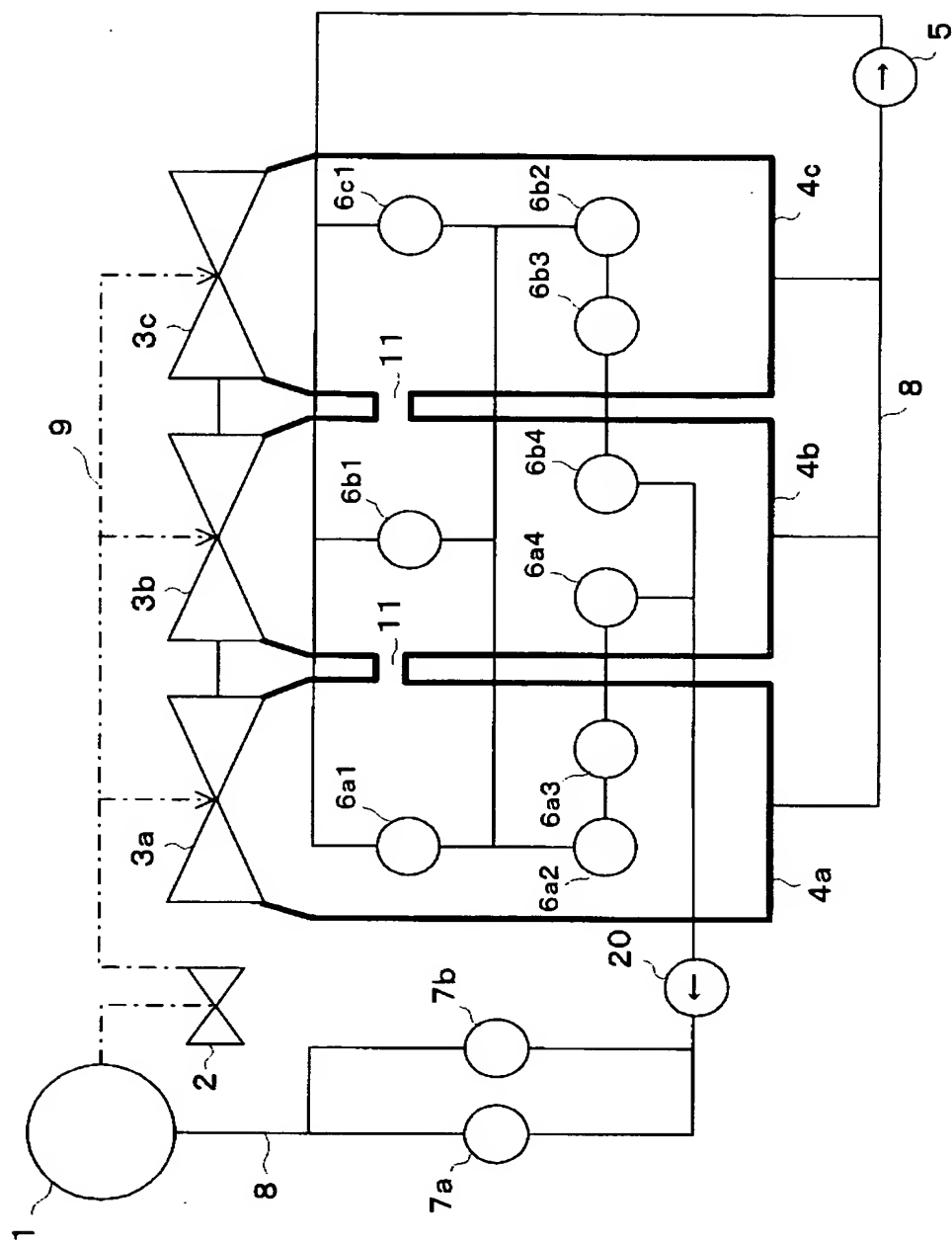




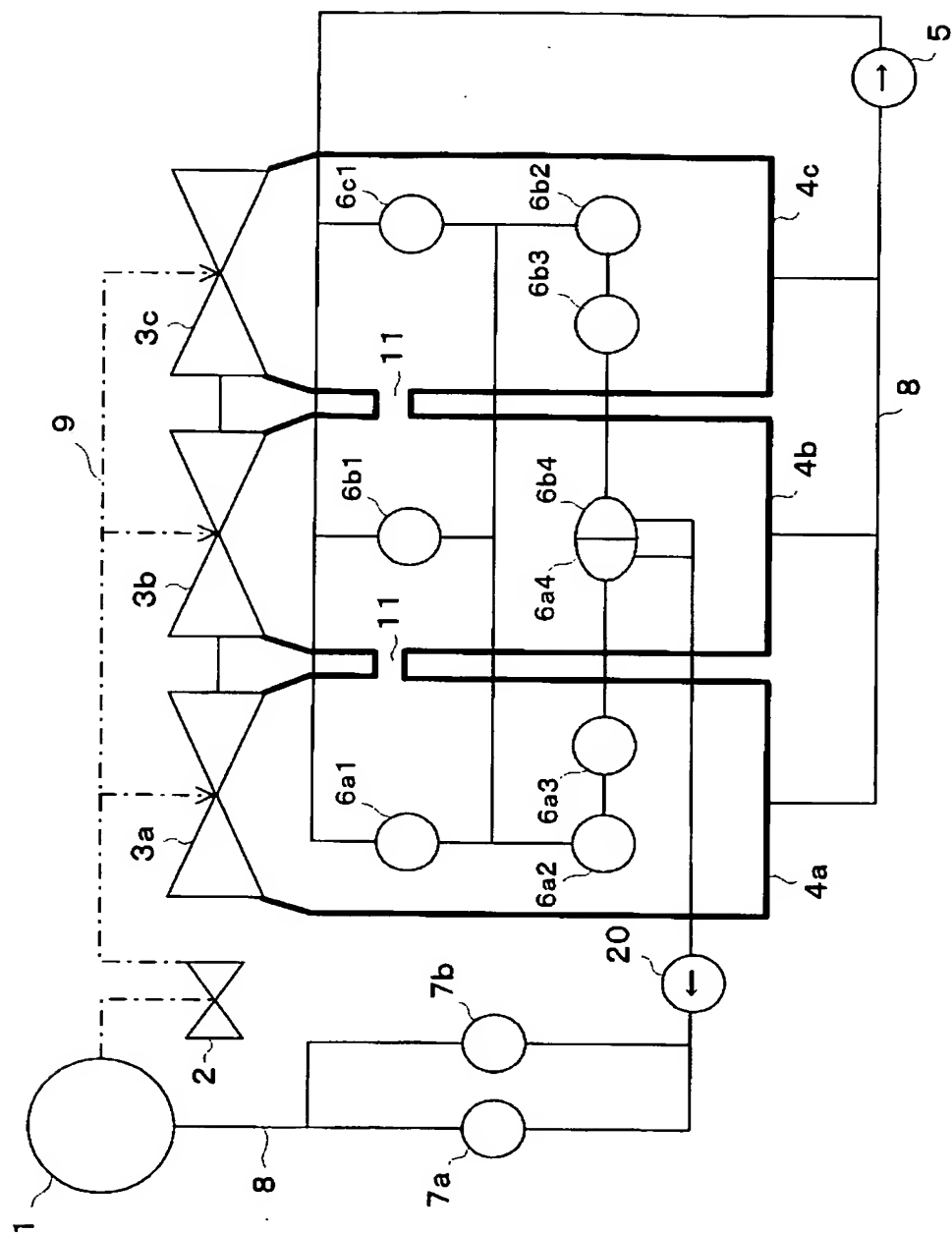
【図 10】



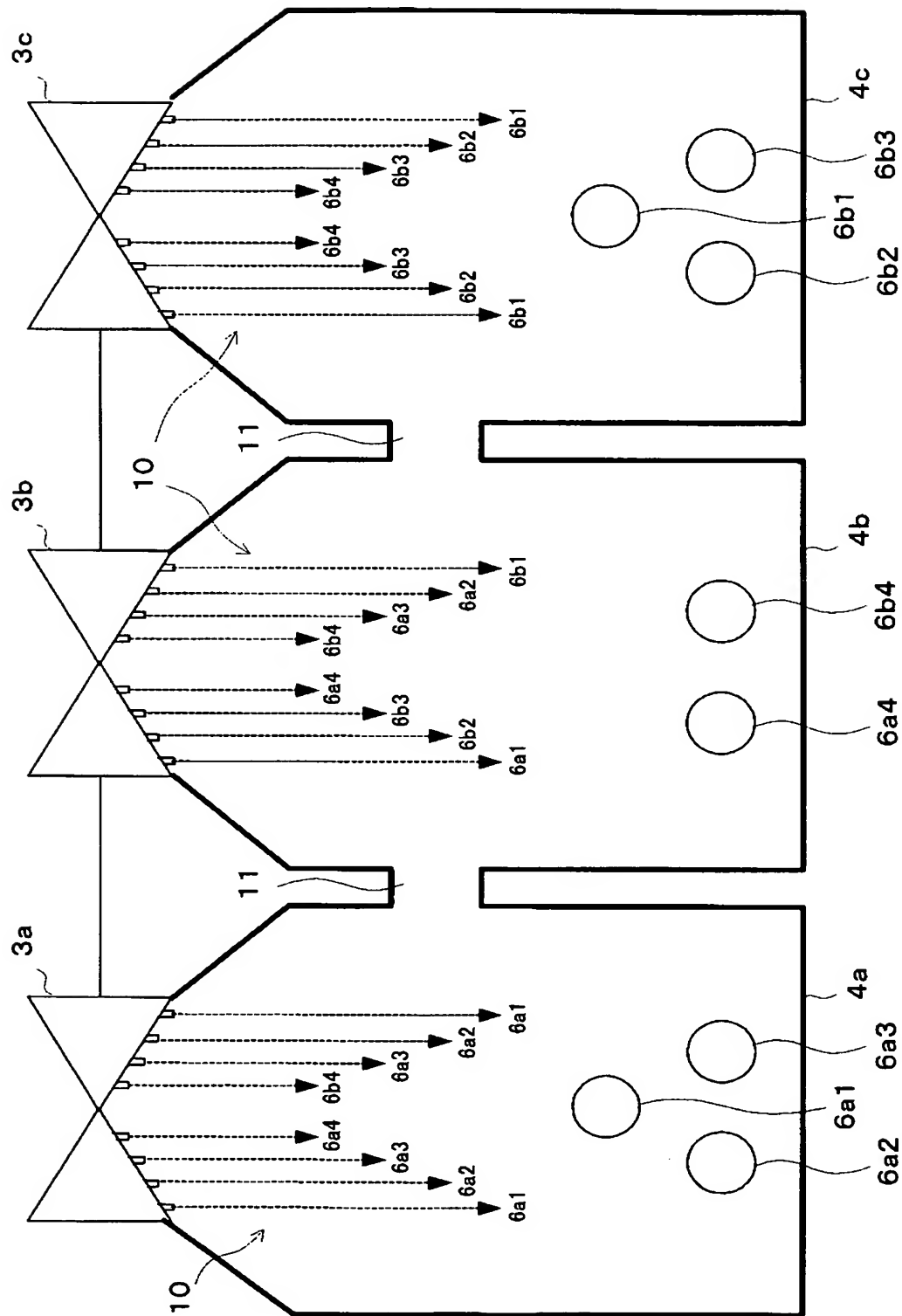
【図 11】



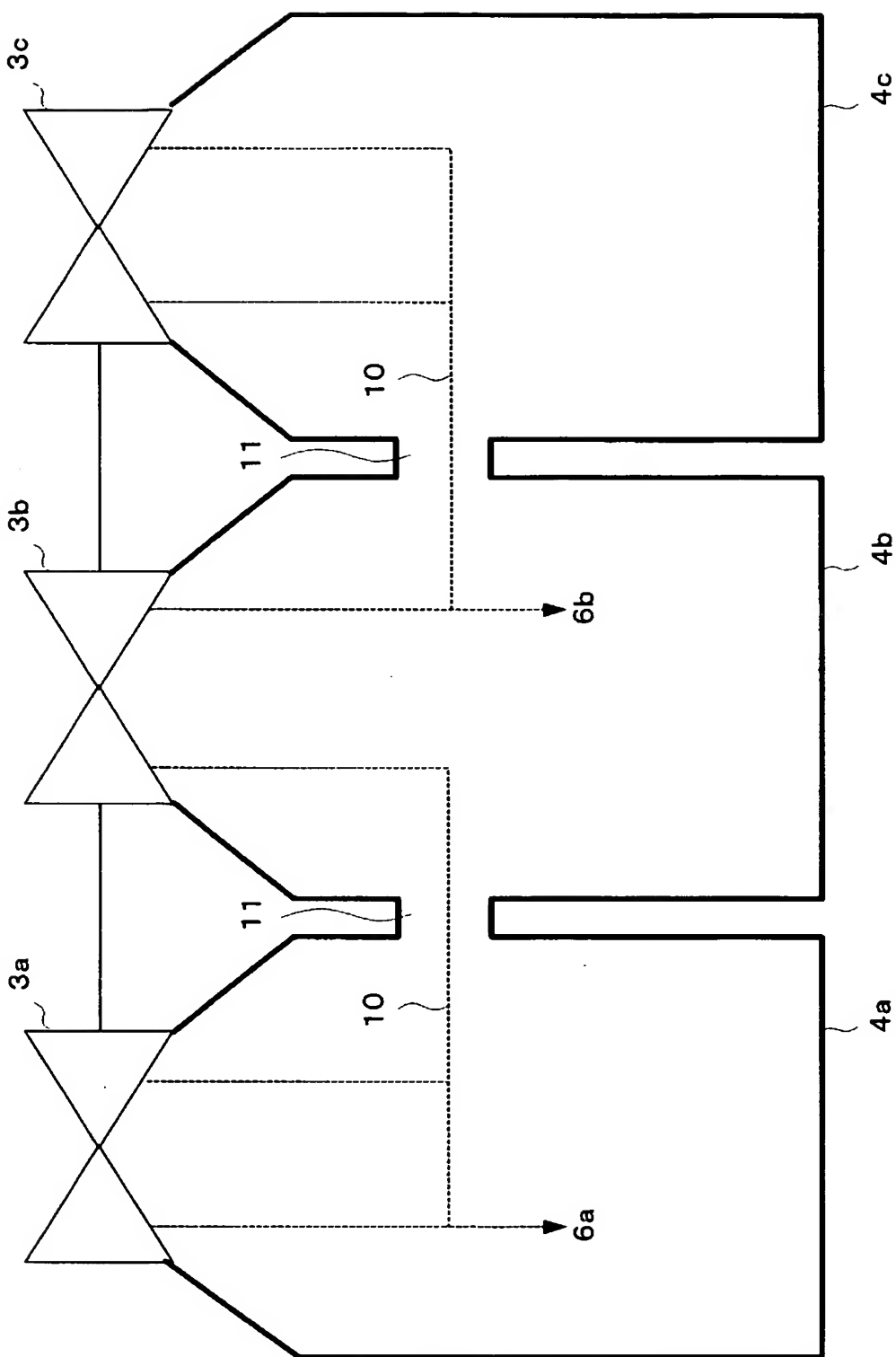
【図 12】



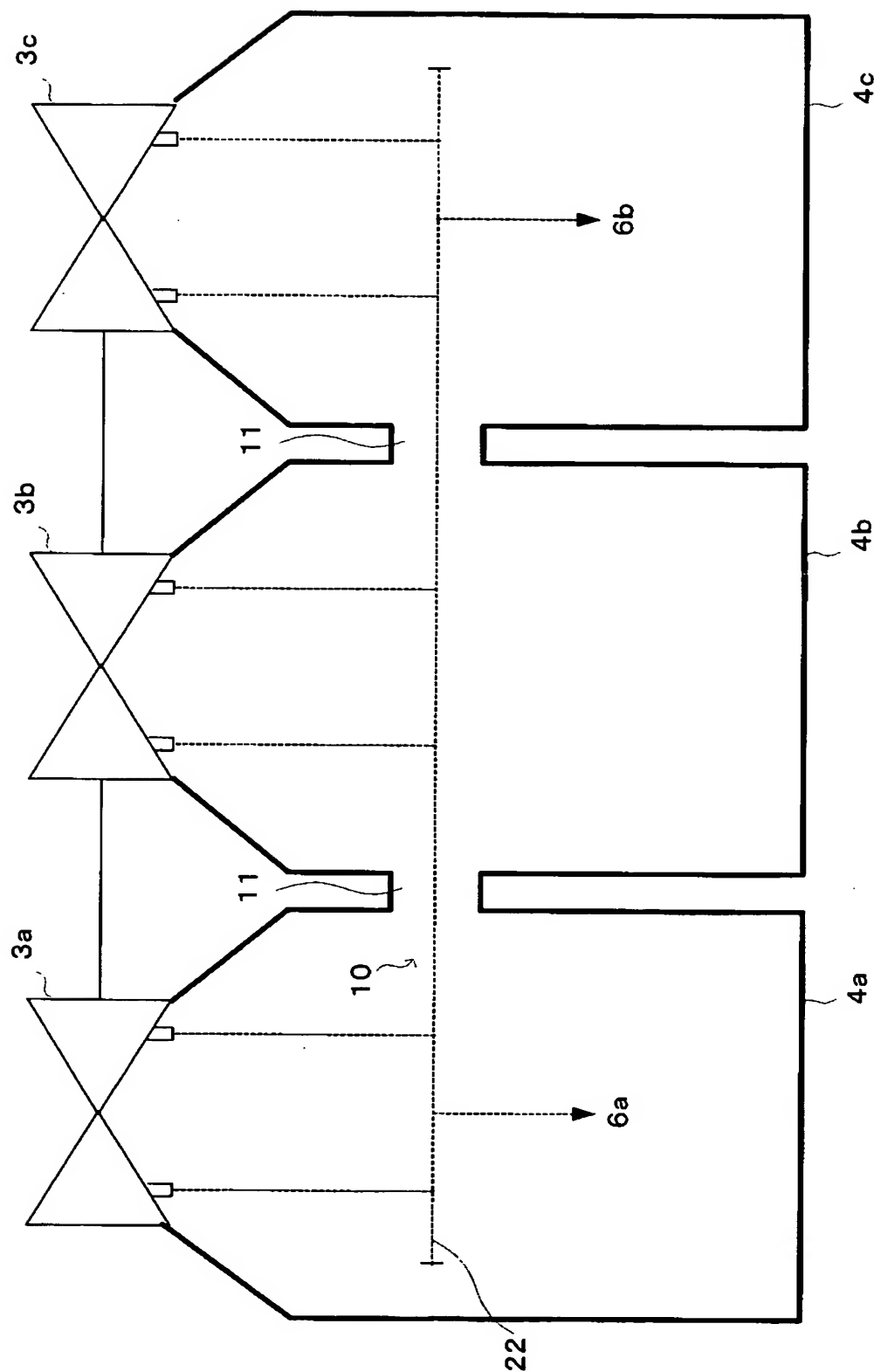
【図 13】



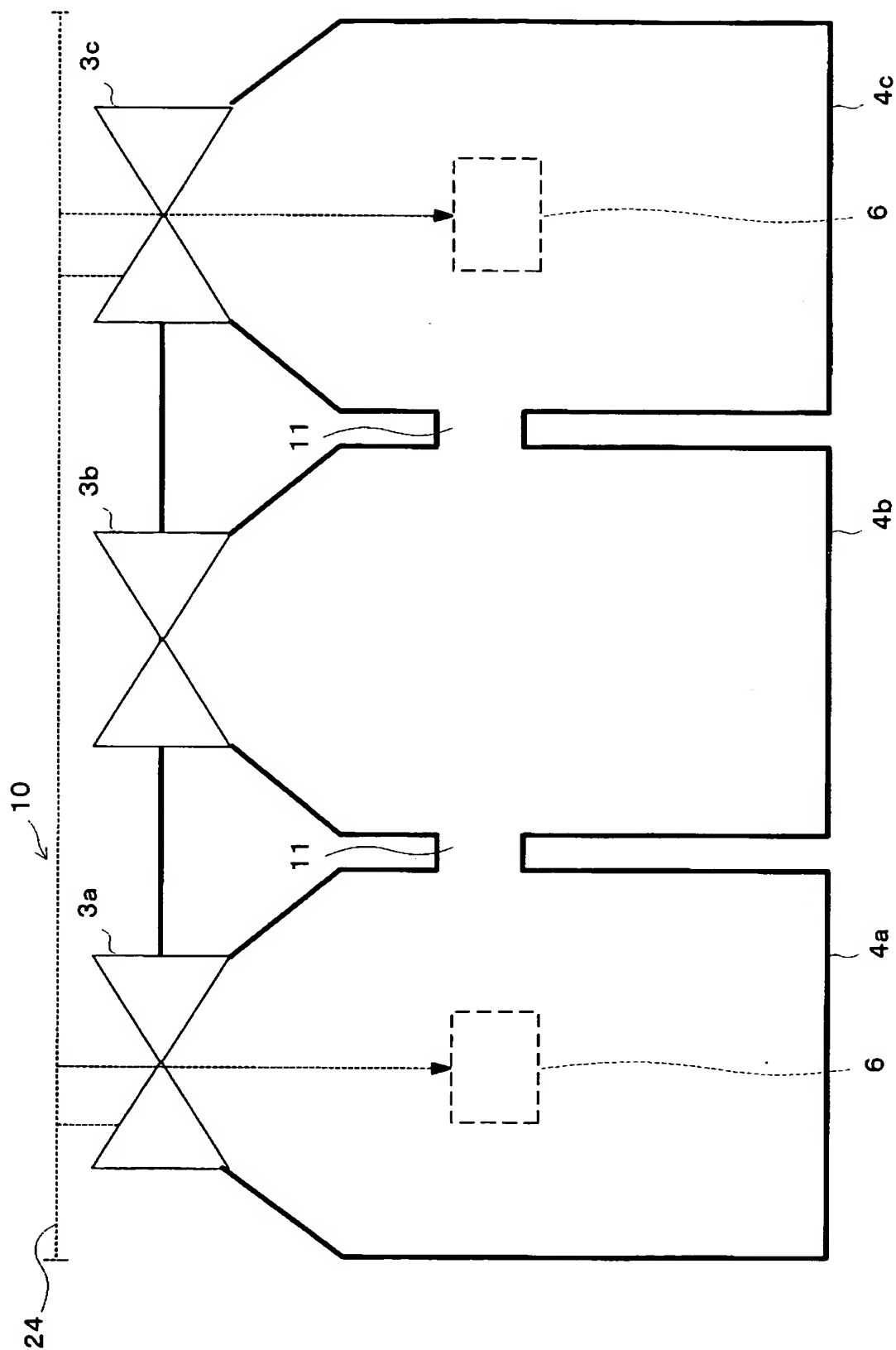
【図 14】



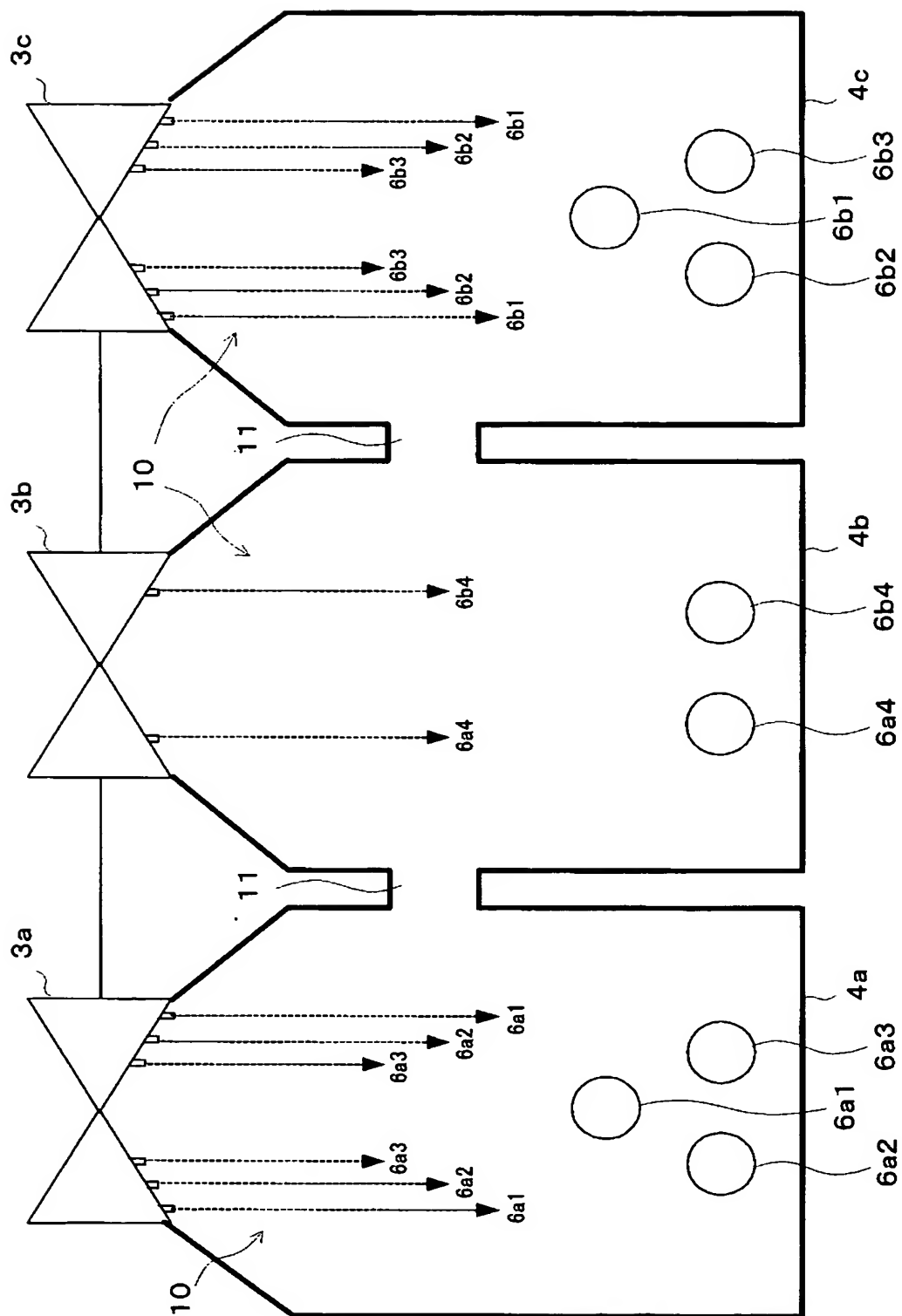
【図 15】



【図 16】

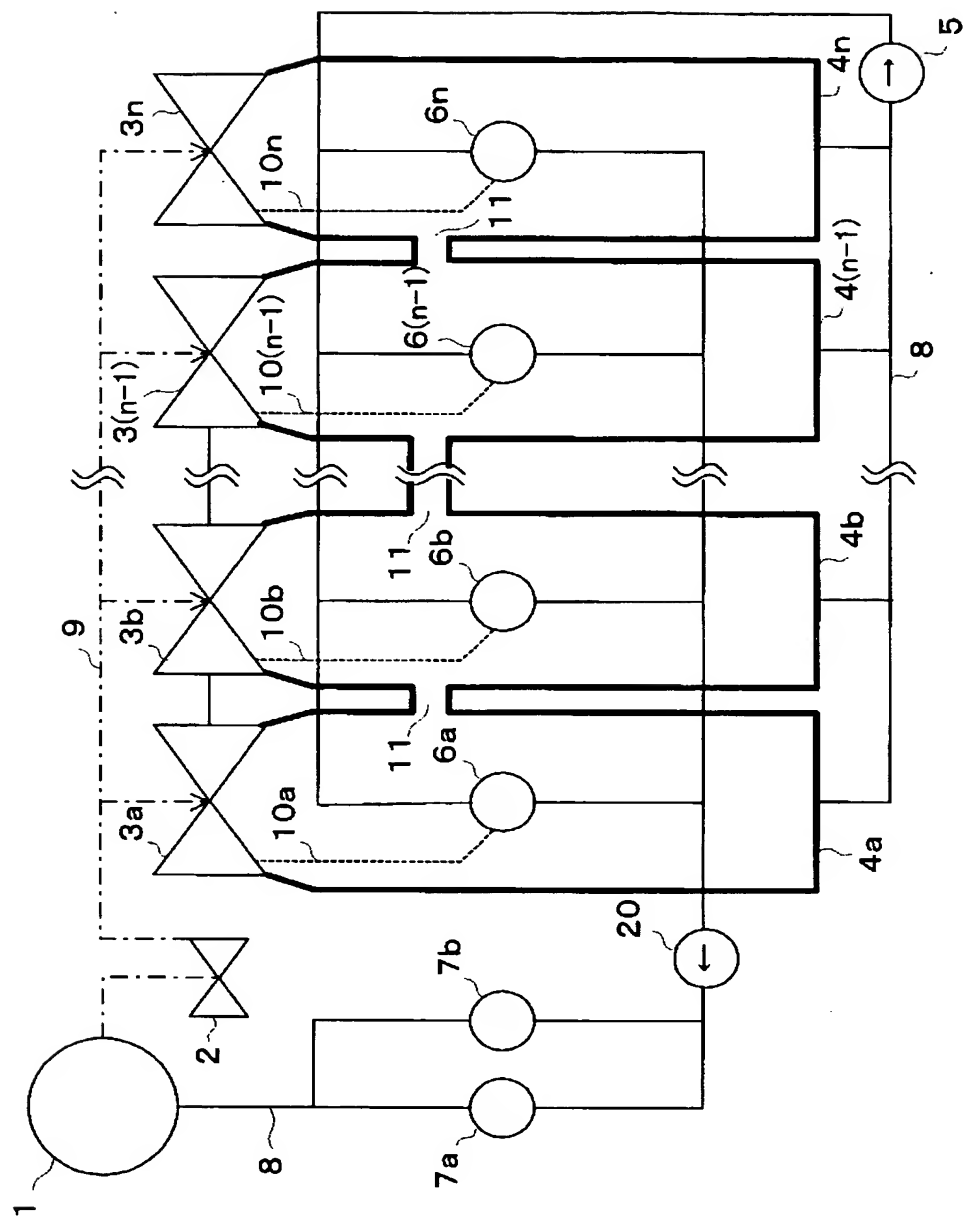


【図 17】

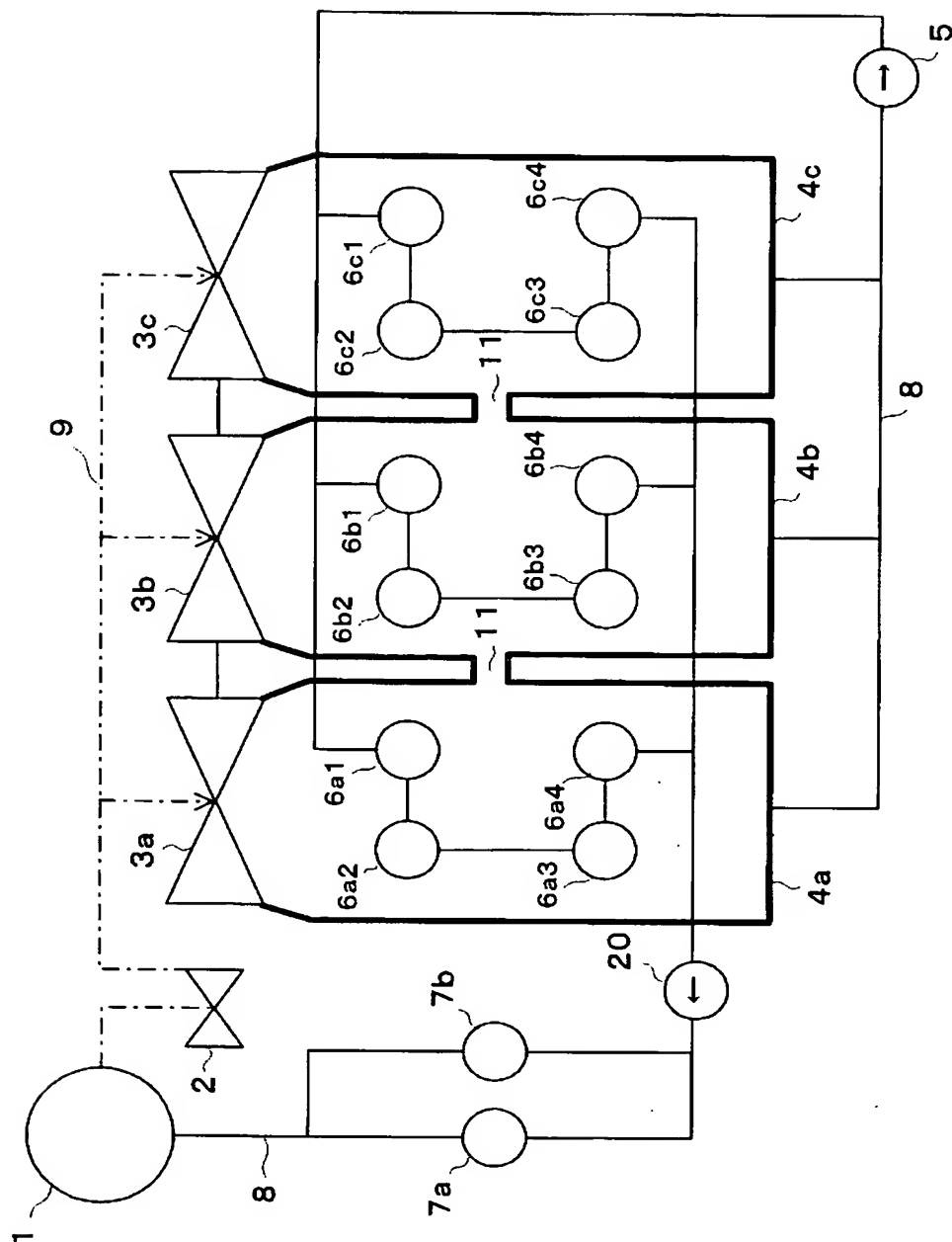




【図 18】



【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の車室の低圧タービン車室とこれと同数の復水器とを有する原子力蒸気タービンプラントの給水加熱システムで、復水器内の低圧給水加熱器などの物量を低減する。

【解決手段】 低圧タービン 3 a、… 3 n を収容する低圧タービン車室のそれぞれに接続された復水器 4 a、… 4 n と、復水器内に配置されて低圧タービンから抽出された抽気を抽気配管 1 0 a、… 1 0 n によって導いて復水を給水として加熱する熱交換器からなる低圧給水加熱器 6 a、… 6 (n - 1) と、を備えた原子力蒸気タービンプラント給水加熱システムである。そして、複数の低圧給水加熱器は、給水側が分岐して互いに並列に接続されて複数の系列を構成し、この系列の数 (n - 1) が、復水器の数 n よりも少ない。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 6 3 7 2 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日	2 0 0 1 年 7 月 2 日
[変更理由]	住所変更
住 所	東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号
氏 名	株式会社東芝